

西武夷地区加里东期花岗岩与造山过程

曾 勇^{1,2}, 廖群安²

(江西省地质矿产厅, 江西 南昌 330002; 中国地质大学, 湖北 武汉 430074)

提要:将西武夷地区的加里东花岗岩划分为早奥陶世麻姑山超单元、中晚奥陶世付坊超单元、中晚志留世棠阴超单元和晚志留世鹅婆超单元, 它们构成武夷山超单元组合(序列)。分别与剪切深熔作用有关的花岗质片麻岩、俯冲熔融作用的浅色花岗岩、伸展热隆作用的混合花岗岩和走滑作用的正长花岗岩, 产生于加里东造山旋回的碰撞前期—主碰撞期—主碰撞后—同碰撞的后期。由此反演出区内的加里东造山作用过程是早期挤压—主期挤压—有限伸展—区域走滑的 4 阶段模式。

关 键 词:加里东期; 花岗岩; 造山过程; 武夷山

中图分类号: P588.12

文献标识码: A

文章编号: 1000—3967(2000)04—0344—06

大致沿江西省的金溪、宜黄、宁都一线为界, 东侧是武夷中高级变质地层区, 西侧是罗霄低级变质地层区, 两者间是一套非史密斯构造岩石系统, 称为雩山对接带^[1]。该带及其两侧是西武夷地区的主体, 由于广泛出露加里东花岗岩和“华夏古陆基底”而受到众多专家、学者重视, 并从不同的角度进行地层—岩浆—构造的综合研究。作者通过在这一区域的地质调查和研究² 提出早古生代花岗岩与造山作用关系的认识。

1 区域花岗岩岩石谱系单位

前人为其中的大部分深成岩体都建立了独立的单元, 归并了许多地方性的超单元。本次研究沿用高维敬等^[2]所创武夷山超单元组合(序列)的名称, 但在超单元的划分上结合花岗岩产出的构造背景提出如下意见:

早奥陶世麻姑山超单元: 为英云闪长质片麻岩、花岗闪长质片麻岩、二长花岗质片麻岩组合, 分布在雩山对接带及其两侧的北东或北北东向大型韧性变形带中, 有雷下、徐兰、驿前、西城、对桥等深成岩体, 其规模一般较小, 单颗粒锆石 U-Pb 和 Pb-Pb 年龄为 510~472 Ma。这类岩体前人多划归为原地型混合岩的混合花岗岩, 作者认为它是韧性剪切过程中形成的深熔花岗岩, 并作为独立的超单元划出。

中晚奥陶世付坊超单元: 为片麻状斜长花岗岩、片麻状花岗闪长岩、片麻状二长花岗岩组合, 广泛分布于武夷山地块和雩山过渡带中, 多呈岩株或杂岩基产出, 如金溪、付坊、上山、陆坊

收稿日期: 1999—09—27; 修订日期: 2000—03—27

作者简介: 曾勇(1965-11), 男(汉族), 江西信丰人, 高级工程师, 从事区域地质调查及管理工作。

(?) 曾勇, 西武夷地区加里东花岗岩与造山作用, 中国地质大学硕土学位论文, 1999.

Copyright © 2000 John Wiley & Sons, Ltd. All rights reserved. http://www

等深成岩体,单颗粒锆石 U-Pb 和全岩 Rb-Sr 年龄多为 470 Ma 左右。前人将它定为半原地型混合花岗岩类,由岩体向外发育广泛的混合岩化作用,形成由混合花岗岩—混合岩—混合岩化岩石渐变的变质晕。

中晚志留世棠阴超单元:为花岗闪长岩、二长花岗岩、钾长花岗岩组合,主要见于罗霄地块和零山过渡带中的岩片内,规模较小,如棠阴、大塘、彭坊等岩体,单颗粒锆石 U-Pb 年龄为 446~415 Ma。本类岩石前人称其为混染型花岗岩,与围岩间有广泛的同化混染作用发生,并形成较典型的穹状热接触变质带。

晚志留世鹅婆超单元:为二长花岗岩、正长花岗岩组合,深成岩体主要见于罗霄地块内的线性构造带旁侧,呈北北东向长卵形产出,有鹅婆、二都、里峰等岩体,单颗粒锆石 U-Pb 年龄为 415~400 Ma。前人将该类岩体划分为正常的侵入花岗岩或混染型花岗岩。

按照 Chappell 1974 年和 White 1983 年的花岗岩分类,这些花岗岩为 S 型花岗岩,物源应主要为基底负变质岩。但早期的麻姑山超单元有 I 型花岗岩的某些特点。

2 加里东花岗岩的构造岩浆作用

2.1 剪切深熔作用与花岗质片麻岩

早奥陶世由于华夏板块向扬子板块的仰冲作用^[3],在幔源热或水的诱发下^[4]强剪切应变带从地壳不同层次的薄弱界面向上扩展,在强烈剪切褶皱的同时剪切热及流体叠加使应变带发生分层深熔。剪切深熔的过程中熔体往上运移和结晶分异(图 1-A),形成花岗质岩浆并定位于深熔剪切带内或其旁侧,从而形成强变形的深熔中酸性花岗岩^[5~6]。

这些深熔剪切带包括北东向的驿前一古城韧性剪切带、南丰—灵华山韧性剪切带、金溪—徐兰韧性剪切带;北北东向包括南城—广昌韧性剪切带、宜黄—雷下韧性剪切带;近东西向的包括慈竹—一对桥韧性剪切带、黎川—峡山韧性剪切带和南城韧性剪切带等。它们的延伸可达几百公里,宽度在十几至几十公里内,倾向南或南东,倾角 42~70°。在平面上为南南东向北北西或者南东向北西的右行斜冲运动的逆掩(冲)推覆剪切。根据深熔剪切带和花岗岩之间的关系,厘定深熔作用的发生时代应为早中奥陶世,活动的最后时限可延至晚奥陶世末。

麻姑山超单元是随深熔剪切带发展而主动侵位的深熔花岗岩,属区域深熔剪切作用形成的岩汁,在剪切过程中出熔并随剪切作用的发生而上升,在剪切分叉、复合的部位汇聚、张裂充填到剪切带的上部定位后期发生变形,最后固结成岩。

2.2 俯冲熔融作用与浅色花岗岩

与俯冲有关的浅色花岗岩在近年越来越受到重视,它被认为是陆内俯冲的识别标志之一^[7~8]。中奥陶世开始由于俯冲带来的侧向的挤压是西武夷地区区域花岗岩侵位的主要动力^[9],随早期强剪切应变带继续向上扩展,其下部逐渐由分层近水平剪切深熔转变为整体均匀深熔,由递进演化而引起的部分熔融作用^[9]使岩层中的钾钠挥发分等低熔组分首先熔出,并经选择性重熔熔出大量的岩汁,同时对尚未熔化的岩石不断地交代,原岩逐渐被消融改造,熔体部分汇集,发展成为岩浆在原地或半原地结晶,付坊超单元(浅色花岗岩)形成。并在它的上部部分熔融形成条纹、条带状深熔混合岩,下部则由于长石类矿物的同构造生长形成眼球状花岗岩,中心则是片麻状花岗质岩石(图 1-B),形成区域热变质晕的基本雏形。

在西武夷地区的一些被韧性剪切带围限的构造岩块(片)之中和两侧的地块边缘,如大塘、

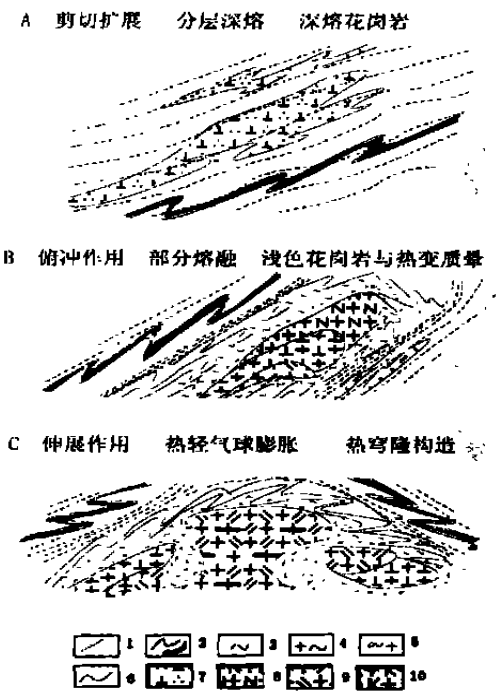


图 1 加里东花岗岩的构造岩浆作用过程
Fig. 1 Process of tectono-magmatism
of Caledonian granite

- 1—深熔剪切带;2—前寒武系变质地层;3—混合岩化岩石;
- 4—一条带状混合岩;5—花岗质混合岩;6—岩相变化界线;
- 7—英云闪长质花岗岩;8—斜长花岗岩;9—花岗闪长质花岗岩;10—(斑状)二长花岗岩

尚源、军峰山、头陂等构造岩片中均包含着该类花岗岩。这类深成岩体上侵时,具强烈的推覆剪切应力,由于区域挤压应力的作用,变质地层褶皱变形,岩浆顺褶皱核部上侵或混合岩化,形成复杂的混合岩(化)带,后期岩浆则是在由北西向南东应力驱动下多次脉动呈叠瓦式斜冲的强力侵位,使它在空间展布上构成了复杂的侧向分带式分布的特点。

2.3 伸展热隆作用与混合花岗岩

中志留世以来,岩石圈板块的俯冲从而引起上部地壳缩短,岩石圈密度大于下部软流圈密度,部分岩石圈物质拆沉下陷^[10~11],区域应力的体制已由挤压转换为伸展。武夷地区的岩石圈自志留纪晚期开始自东而西在不同部位依次拆沉,软流圈物质集中在零山对接带附近产生高应力集中区,集中在边部引起的上部陆内逆冲使软流圈物质上升、地壳受热软化,岩浆在绝热过程中由于压力降低,熔融的程度进一步加大,大部分熔体分凝出来形成岩浆,这些岩浆以热轻气球膨胀的方式上侵,进一步将区域热变质晕发展为区域热变质穹隆构造(图 1—C)。

西武夷地区存在多个热变质穹隆,主要分布在零山过渡带及其两侧,在大尺度上构成两个弧形的组合带和散布在其外的一些热点,它与区内加里东岩体密切相关。这些穹隆大都

呈北东延长的椭圆形,面积几百至千平方公里。其中心部分是中晚奥陶世的付坊超单元的深成岩体和中晚志留世的崇阴超单元的深成岩体,外围具宽大的混合岩化带,混合岩主要是条痕条带状混合岩,最外是晚震旦世—早寒武世的中深变质岩层,出现夕线石与钾长石带—夕线石带—铁铝榴石带—低绿片岩相变质带围绕花岗质岩石呈穹状分布。

这一类深成岩体上侵时,形成时主要是在围压作用下热轻气球膨胀侵位而成,侵位时区域构造应力较弱。岩体早形成的单元组构较晚形成的单元组构发育,是早期区域拉张速率小于岩体扩张速率,形成反映挤压应力的环状叶理构造岩体;晚期岩体的扩张速率小于区域拉张速率,具有区域拉张应力状态下的被动侵位特点,方式从主动侵位转向被动侵位。

柴阴超单元的深成岩体与其协调一致,混合岩化作用已是最强。故其热变质晕形成于 446 Ma,约在 415Ma 时期穹隆构造定位。

2.3 走滑作用与正长花岗岩

晚志留世时区内的岩石圈的走滑拆沉,软流圈内物质向上发生侧向底侵,并上升到下地壳,熔化部分下地壳而产生新岩浆,此后岩浆沿深断裂上升,冷凝成偏碱性的花岗岩,即鹅婆超

单元。与此同时地壳之下软流圈物质替代岩石圈物质纵向上均衡补偿使地表隆升,武夷山加里东造山带山体形成。西武夷地区的大型走滑构造有宜黄—安远、光泽—寻乌走滑构造。受区内鹰潭—安远等深大断裂(鹰潭—宜黄—宁都构造带)的影响,在基底褶皱的核部产生了一系列走向北北东的张性断裂带,显然早期的扩张作用较弱小,鹅婆超单元的岩浆上侵就位仍是以主动侵位为主;在拉张的过程中岩浆由东向西逐渐扩展,使其间的侵入体呈由东向西的半环状展布,早期的侵入体位于半环的中东部;晚期的强烈扩张使侵入体产于西侧外环。

3 加里东花岗岩形成的构造环境

黄标等^[12]对区内加里东早期花岗岩的产出构造环境研究,认为属同构造的花岗岩。在火成岩的 R_1-R_2 分类图上(图 2),早奥陶世麻姑山超单元的投点落在钙碱性岩石和奥长花岗岩向拉斑玄武质花岗岩和地幔斜长花岗岩的过渡区,产出的构造为造山前期,具有前造山环境的某些特点;中晚奥陶世付坊超单元具有很明显的同造山花岗岩的投影特点;中、晚志留世棠阴超单元和鹅婆超单元具有从同造山花岗岩向造山后花岗岩发展的特点,鹅婆超单元已有造山后花岗岩的投影特点。图 2 还可以提示区内的全部花岗岩的岩石组合,在早期花岗岩所处的低共熔成分位置向着远离低共熔成因的花岗岩方向演化,其早期花岗岩的岩浆源区仍为中下地壳。总体上反映出的构造环境是碰撞前期一同碰撞一同碰撞的后期。

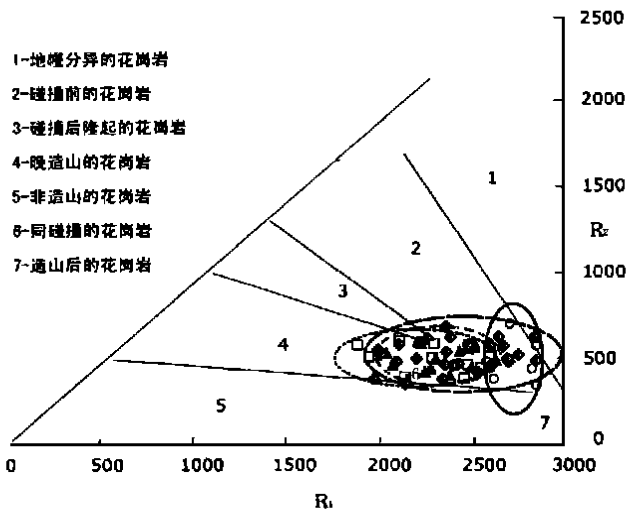


图 2 早古生代浅色花岗岩的构造环境 R_1-R_2 判别图

Fig.2 R_1-R_2 discriminant diagram of the tectonic environment of Early Paleozoic leucogranite
(据 R. A. Batchelor & P. Bowden, 1985)

资料来源于江西地质调查研究大队,中国地质大学 912 地质大队
○—麻姑山超单元;◆—付坊超单元;▲—棠阴超单元;□—鹅婆超单元

4 加里东花岗岩的造山作用模式

西武夷地区造山是华夏板块与扬子板块碰撞拼贴过程中的重要事件^[13],发生在早奥陶世—晚志留世,经历了由弱挤压—主期强挤压—有限拉伸—区域走滑的 4 个阶段(图 3)。

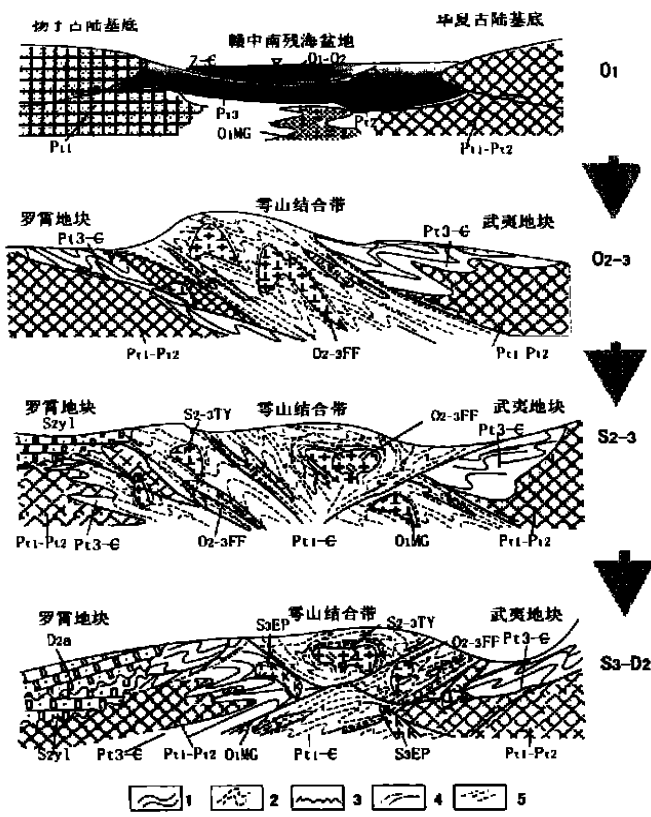


图 3 西武夷地区加里东造山过程反演

Fig. 3 Inversion of the Caledonian

orogenic process in the western Wuyi area

D2a—中泥盆统丫山组;S2y1—中志留统杨岭群;Pt3—€—罗霄地块变质地层组合;Pt1—€—零山结合带构造岩石组合;Pt1—Pt2—华夏基底变质地层组合;S3EP—鹅婆超单元;S2—3TY—棠阴超单元;O2—3FF—付坊超单元;O1MG—麻姑山超单元;1—岩石地层界线;2—构造岩石界线;3—沉积不整合界线;4—脆性断层;5—韧性变形带

早奥陶世西武夷地区的陆陆造山进程开始。邻近地区(如赣西南)台地的边缘发生张裂、武夷隆起,深熔剪切带从地壳的不同层次的薄弱界面向上扩展,形成网结状的剪切带样式,早奥陶世造山前期花岗岩沿早期的剪切带的张裂部位上侵。

中晚奥陶世西武夷地区强烈挤压造山。由于南东向北西的陆内俯冲力与两侧地壳的相互叠置作用,区内大规模的褶皱造山和岩浆作用发展形成一系列北东向展布的紧密倒转背向斜构造及与其配套的韧性断裂构造,并改造前期形成的麻姑山超单元。与俯冲有关的中晚奥陶世付坊超单元二云母花岗岩沿大型背斜的核部侵位,并在同构造应力的作用下产生同构造变形和热变质晕构造。

中志留世区域应力转换,造山作用由挤压向伸展变化。华夏古陆向扬子古陆拼贴过程受前方消减带的阻力影响,地壳拆沉、区域应力场适时转变,表现为由挤压向拉伸体制变化,区域褶皱的变形已变为以剪切机制为主的倾竖褶皱,岩浆上涌将一些热变质晕隆升至地壳浅部,变质热隆构造形成。变质岩出现高绿片岩相—角闪岩相区域变质,在岩体的外围或弧形构造的中间产生(兰晶石)夕线石型中高级变质岩石。

这期运动在赣西南崇义地区沉积了一套类磨拉石建造(中志留世阳岭砾岩)。

晚志留世伸展走滑作用,造山以水平运动为主。中志留世的伸展作用为主的格局在晚志留世由走滑作用取代,伴有退变质条件下的低绿片岩相。鹅婆超单元岩浆沿走滑平移剪切带的内侧上侵。赣中南地区普遍缺失早志留世沉积,中泥盆统地层(丫山组)直接盖在中志留统之上(阳岭砾岩)。加里东运动的尾幕是 1929 年丁文江称的广西运动,造成中国华南、西南志留纪末、泥盆纪初的一次区域不整合。两广及赣中南大量侵入于震旦纪—奥陶纪地层的花岗岩都被这一运动后的沉积所覆盖。

在研究工作中得到了中国地质大学薛重生教授和江西地勘局卢德揆、杨明桂、杨建国教授的指导,在此表示感谢。

参考文献:

- [1] 曾勇. 雪山结合带及其非史密斯化过程[J]. 华东地质学院院报, 2000, 23(1): 12—16.
- [2] 高维敬, 方宗斌, 刘邦秀. 武夷山西坡花岗岩类深成侵入体的岩石谱系[J]. 江西地质, 1993, 8(4): 281—294.
- [3] 王志洪, 卢华复. 中国东南大陆岩石圈演化研究中的有关问题刍议[J]. 高校地质学报, 1997, 3(1): 118—124.
- [4] WEINBER R F. Re-examining pluton emplacement processes; discussion[J]. Struct. Geol., 1994, 16(5): 743—746.
- [5] 刘勇胜, 高山. 地壳深熔与花岗岩对地壳的示踪作用[J]. 地质科技情报, 1998, 17(3): 31—37.
- [6] 彭少梅, 符力奋, 周国强, 等. 云开地块构造演化及片麻状花岗岩的深熔成因[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1996.
- [7] 邓晋福, 赵海玲, 赖绍聪, 等. 白云母—二云母花岗岩形成与陆内俯冲作用[J]. 地球科学, 1994, 19(2): 139—147.
- [8] 郭正府, 邓晋福, 许志琴, 等. 青藏东昆仑晚古生代末—中生代中酸性火成岩与陆内造山过程[J]. 现代地质, 1998, 12(3): 344—352.
- [9] THOMPSON A B, JAMES A, CONNOLLY D. Melting of the continental crust: some thermal and petrological constraints on anatexis in continental collision zones and other tectonic settings[J]. Geophys. Res., 1995, 100(B8): 15 565—15 579.
- [10] 金振民, 高山. 底浸作用(underplating)及其壳—幔动力学意义[J]. 地质科技情报, 1996, 15(2): 1—7.
- [11] ROMAN B T, PUERO M E L, CASAS S A M. Granite emplacement during contemporary shorting and normal faulting: structural and magnetic study of the Veiga Massif (NW Spain)[J]. Struct. Geol., 1995, 17(12): 1689—1706.
- [12] 黄标, 徐克勤, 孙明志, 等. 武夷山中段加里东早期交代改造型花岗岩类的特点及形成的碰撞造山环境[J]. 岩石学报, 1993, 9(4): 388—399.
- [13] 杨明桂, 梅永文, 周子英, 等. 罗霄—武夷隆起及彬州—上饶拗陷成矿规律及预测[M]. 北京: 地质出版社, 1998.

Caledonian granite in the western Wuyi area and inversion of the orogenic process

ZENG Yong^{1,2}, LIAO Qun'an¹

(1. Jiangxi Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Nanchang 330002, China; 2. China University of Geosciences, Wuhan 430074, China)

Abstract: Caledonian granite in the western Wuyi area is divided into the Early Ordovician Magushan superunit, Middle-Late Ordovician Fufang superunit, Middle-Late Silurian Tangyin superunit and Late Silurian Epo superunit. The Wuyishan superunit association (sequence) made up of the above-mentioned superunits occurred with shear anatexis-related granitic gneiss, subduction fusion-related leucogranite, extensional thermal uplift-related migmatitic granite and strike slip-related syenogranite respectively in the early collision stage, main collision stage, post-main collision stage and syncollision stage in the Caledonian orogenic cycle. The Caledonian orogenic process of the area deduced backward thus may be expressed by a four-stage model of early-stage compression-main-stage compression-finite extension-regional strike slip.

Key words: Caledonian; granite; orogenic process; Wuyishan